

LASER BEAM CONDENSING UNIT AND LASER BEAM MACHINING DEVICE

Patent number: JP2001228449

Publication date: 2001-08-24

Inventor: IGASAKI YASUNORI; MATSUMOTO SATOSHI

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- **International:** G02F1/061; B23K26/06; G02F1/01; G02F1/135; H01S5/40

- **European:**

Application number: JP20000035170 20000214

Priority number(s):

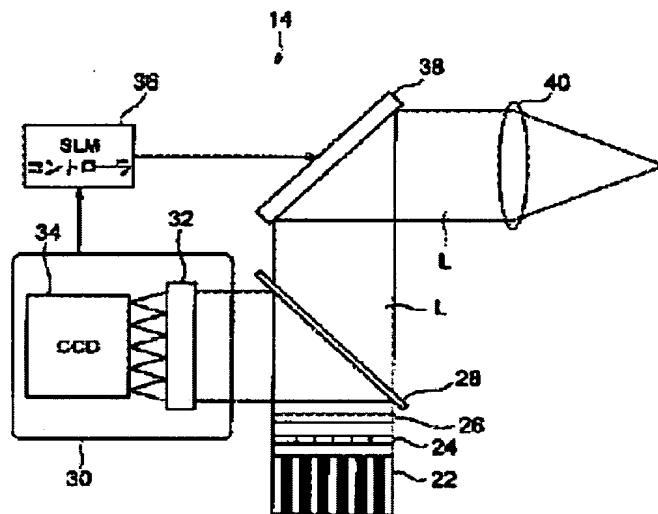
Also published as:

WO0159505 (A1)
US2003010889 (A1)
JP2001228449 (A)

Abstract of JP2001228449

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser beam condensing unit and a laser beam machining device by which a laser beam emitted from a plurality of light sources is condensed, and the condensing laser with high energy density having a small condensing spot is obtained.

SOLUTION: The laser beam condensing unit 14 is equipped with a plurality of laser light sources 22, the reflection type space light modulator 38 for modulating each laser beam L in order to compensate the wave surface of each laser beam L emitted from each laser light source 22, and the condensing lens 40 for condensing each laser beam L emitted from the reflection type space light modulator 38, and, since the laser beam a wave surface of which is arranged by the reflection type space light modulator 38 is condensed by the condensing lens, the laser beam with the high energy density having the small condensing spot is obtained. Besides, the laser beam machining device 10 is equipped with the laser beam condensing unit 14.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-228449

(P2001-228449A)

(43)公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークド* (参考)
G 02 F 1/061	5 0 3	G 02 F 1/061	5 0 3 2 H 0 7 9
B 23 K 26/06		B 23 K 26/06	E 2 H 0 9 2
			A 4 E 0 6 8
G 02 F 1/01		G 02 F 1/01	E 5 F 0 7 3
1/135		1/135	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願2000-35170(P2000-35170)

(22)出願日 平成12年2月14日 (2000.2.14)

(71)出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 伊ヶ崎 泰則

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 松本 聰

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(74)代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

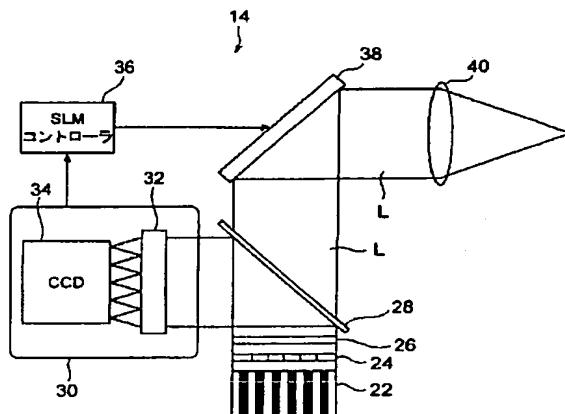
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 レーザ集光装置及びレーザ加工装置

(57)【要約】

【課題】 複数の光源から出力されるレーザ光を集光して、集光スポットが小さく、かつ高エネルギー密度の集光レーザを得られるレーザ集光装置及びレーザ加工装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係るレーザ集光装置14は、複数のレーザ光源22と、各レーザ光源22から出力されたそれぞれのレーザ光Lの波面を補正するために各レーザ光Lを変調する反射型空間光変調器38と、反射型空間光変調器38から出力された各レーザ光Lを集光する集光レンズ40とを備え、反射型空間光変調器38によって波面を揃えたレーザ光を集光レンズ40で集光するので、集光スポットが小さく、かつエネルギー密度が高いレーザ光が得られる。また、レーザ加工装置10は、上記のレーザ集光装置14を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のレーザ光源と、前記各レーザ光源から出力されたレーザ光の波面を補正するために各レーザ光を変調する反射型空間光変調器と、前記反射型空間光変調器から出力された前記各レーザ光を集光する集光レンズと、を備えることを特徴とするレーザ集光装置。

【請求項2】前記各レーザ光源から出力されたレーザ光の波面を検出するための波面検出器をさらに備え、前記波面検出器によって検出された各レーザ光の波面の歪みに基づいて、前記反射型空間光変調器は前記各レーザ光を変調することを特徴とする請求項1に記載のレーザ集光装置。

【請求項3】前記複数のレーザ光源は、複数の半導体レーザからなる半導体レーザアレイと、各半導体レーザから出力されたレーザ光をコリメートするコリメート手段とを備え、

前記反射型空間光変調器は、前記コリメート手段によってコリメートされたレーザ光がそれぞれ分離された状態で入射可能な位置に配置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザ集光装置。

【請求項4】前記コリメート手段は、複数のシリンドリカルレンズが併設された2個のシリンドリカルレンズアレイが、その併設方向が互いに直交するように配置されて構成されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザ集光装置。

【請求項5】前記半導体レーザアレイと前記反射型空間光変調器との間に配置され、前記半導体レーザから出力されたレーザ光を2方向に分岐させるビームスプリッタをさらに備え、

前記反射型空間光変調器は前記ビームスプリッタによって分岐された一のレーザ光の進行方向に、前記ビームスプリッタと所定の間隔を隔てて配置され、

前記波面検出器は前記ビームスプリッタによって分岐された他のレーザ光の進行方向に、前記ビームスプリッタと所定の間隔を隔てて配置されていることを特徴とする請求項3又は4に記載のレーザ集光装置。

【請求項6】前記反射型空間光変調器から出力された各レーザ光の波面を検出するための波面検出器をさらに備え、

前記波面検出器によって検出された各レーザ光の波面の歪みに基づいて、前記反射型空間光変調器は前記各レーザ光を変調することを特徴とする請求項1に記載のレーザ集光装置。

【請求項7】前記集光レンズによって集光されるレーザ光の集光スポットの寸法を検知する検知手段をさらに備え、

前記検知手段によって検知された集光スポットの寸法に基づいて前記反射型空間光変調器は前記各レーザ光を変

調することを特徴とする請求項1に記載のレーザ集光装置。

【請求項8】前記反射型空間光変調器は、並列光情報を光学系により書き込んで読み出し光を変調して出力する光アドレス方式であり、前記並列光情報をとして所定のホログラムパターンを有する書き込み光を入射することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載のレーザ集光装置。

【請求項9】請求項1～8のいずれか一項に記載のレーザ集光装置を備えることを特徴とするレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のレーザ光源から出力されたレーザ光を集光させるレーザ集光装置に関し、特にレーザ加工装置に用いられるものに関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、複数の光源から出力されたレーザ光を集光させる装置として特開平11-17268号公報に記載された半導体レーザアレイ装置が知られている。

【0003】上記公報に記載の半導体レーザアレイ装置は、複数の半導体レーザから構成される半導体レーザアレイと、レーザ出力側に設けられたマイクロレンズアレイと、マイクロレンズアレイを通してレーザ光を集光する集光レンズとを備えており、半導体レーザアレイから出力されたレーザ光をマイクロレンズアレイによってコリメートし、コリメートされたレーザ光を集光レンズで集光している。また、集光レンズに代えて各半導体レーザからの出力レーザ光をその波面収差をも含めて補正して集光することのできるマイクロレンズアレイを用いることが開示されている。

【0004】これにより、従来YAGレーザの励起用光源として用いられていた半導体レーザアレイからの出力レーザ光を集光して直接マルチモード光ファイバに入射させ、電気-光効率の向上及び構造の簡略化を図ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、半導体レーザアレイを構成する各半導体レーザからのレーザ光を単に集光するだけでは、それぞれの半導体レーザの機械的な歪等によって半導体レーザアレイから出力される各レーザ光の波面が完全に揃うことはまれであるため、レーザ光を集光レンズによって一点に集光することはできず、高エネルギー密度のレーザ光は得られない。また、仮に各半導体レーザの間に機械的な歪みがなく完全に波面が揃ったレーザ光を出力できるとしても、レーザ光の波面は伝播媒質の屈折率分布の変化によっても影響を受けるため、やはりレーザ光を一点に集光することは困難である。

【0006】そこで、本発明は上記課題を解決し、集光スポットが小さく、かつ高エネルギー密度の集光レーザが得られるレーザ集光装置とこれを用いたレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るレーザ集光装置は、複数のレーザ光源と、各レーザ光源から出力されたレーザ光の波面を補正するために各レーザ光を変調する反射型空間光変調器と、反射型空間光変調器から出力された各レーザ光を集光する集光レンズとを備えることを特徴とする。

【0008】本発明では、複数のレーザ光源と該レーザ光源から出力されたレーザ光を集光する集光レンズとの間に反射型空間光変調器を設け、反射型空間光変調器に入射される複数のレーザ光を個別に変調している。これにより、反射型空間光変調器から出力されたレーザ光の波面を補正することができ、下流に設けられた集光レンズに波面の揃った複数のレーザ光を入射することとなるので、集光スポットが小さく、かつエネルギー密度が高いレーザ光を得ることができる。

【0009】また、上記レーザ集光装置は、各レーザ光源から出力されたレーザ光の波面を検出するための波面検出器をさらに備え、各レーザ光の波面の歪みを検出し、これに基づいて、反射型空間光変調器はそれぞれのレーザ光を変調することを特徴としても良い。

【0010】このように、光源から出力されるレーザ光の波面を検出するための波面検出器を設けることで、レーザ光源から出力された複数のレーザ光の波面の歪みを検出し、この波面の歪みに基づいて、それぞれのレーザ光について変調すべき量を算出することができる。

【0011】上記レーザ集光装置において、複数のレーザ光源は、複数の半導体レーザからなる半導体レーザアレイと、各半導体レーザから出力されたレーザ光をコリメートするコリメート手段とを備え、反射型空間光変調器は、コリメート手段によってコリメートされたレーザ光がそれぞれ分離された状態で入射可能な位置に配置されていることを特徴としても良い。そして、コリメート手段は、複数のシリンドリカルレンズが併設された2個のシリンドリカルレンズアレイが、その併設方向が互いに直交するように配置されて構成されていることが好ましい。

【0012】このような構成を採用すれば、広がりをもって出力される半導体レーザからのレーザ光をコリメート手段によってコリメートし、反射型空間光変調器に各半導体レーザから出力されたレーザ光を入射することができ、各レーザ光を独立に変調可能となる。

【0013】上記レーザ集光装置において、半導体レーザアレイと反射型空間光変調器との間に配置され、半導体レーザから出力されたレーザ光を2方向に分岐させるビームスプリッタをさらに備え、反射型空間光変調器は

ビームスプリッタによって分岐された一のレーザ光の進行方向に、ビームスプリッタと所定の間隔を隔てて配置され、波面検出器はビームスプリッタによって分岐された他のレーザ光の進行方向に、ビームスプリッタと所定の間隔を隔てて配置されていることを特徴とする。

【0014】このようにビームスプリッタによってレーザ光を2方向に分岐させ、ビームスプリッタから等しい距離を隔てた位置に反射型空間光変調器と波面検出器とを配置することによって、レーザ光が反射型空間光変調器に到達するときの各レーザ光の波面の歪みを波面検出器で検出することができる。

【0015】また、上記レーザ集光装置は、反射型空間光変調器から出力された各レーザ光の波面を検出するための波面検出器をさらに備え、波面検出器によって検出された各レーザ光の波面の歪みに基づいて、反射型空間光変調器は各レーザ光を変調することを特徴としても良い。

【0016】このように、反射型空間光変調器から出力されるレーザ光の波面を検出するための波面検出器を設けることで、反射型空間光変調器から出力された複数のレーザ光の波面の歪みを検出し、この波面の歪みからそれぞれのレーザ光について変調すべき量を算出することができる。

【0017】また、上記レーザ集光装置において、集光レンズによって集光されるレーザ光の集光スポットの寸法を検知する検知手段をさらに備え、検知手段によって検知された集光スポットの寸法に基づいて反射型空間光変調器は各レーザ光を変調することを特徴としても良い。

30 【0018】このように、集光レンズによって集光されるレーザ光の集光スポットの寸法を検知し、この寸法をモニタしながら反射型空間光変調器によって各レーザ光を変調することによって、集光スポットの寸法を調節できる。この際、集光スポットの寸法の検知は、集光されたレーザ光自体を直接検知する他、間接的に集光スポットの寸法を検知することとしても良い。

【0019】上記レーザ集光装置において、反射型空間光変調器は、並列光情報を光学系により書き込んで読出し光を変調して出力する光アドレス方式であり、並列光情報として所定のホログラムパターンを有する書き込み光を入射することを特徴としても良い。このようにホログラムパターンを有する書き込み光を反射型空間光変調器に入射することにより、反射型空間光変調器から出力されて集光レンズで集光されるレーザ光は、ホログラムパターンに応じた形状の集光スポットにすることができる。

【0020】本発明に係るレーザ加工装置は、上記レーザ集光装置を備えることを特徴とする。上記レーザ集光装置を備えることにより、波面の揃ったレーザ光を集光し、集光スポットが小さく、かつ高いエネルギー密度のレーザ光を得られ、難加工材料や微小加工に有効なレー

ザ加工装置を実現できる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明に係るレーザ集光装置とこれを用いたレーザ加工装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0022】図1は、第1実施形態に係るレーザ集光装置14が用いられるレーザ加工装置10を示す図である。レーザ加工装置10は、複数の光源から出力されたレーザ光Lを集光して出力するレーザ集光装置14（詳細な構成は、図2を参照して後述する）と、レーザ集光装置14によって集光されたレーザ光Lを伝送する光ファイバ50と、伝送されたレーザ光Lを被加工物Wに出射する出射光学部56とを備えている。

【0023】光ファイバ50を支持するレーザ加工装置10のアーム部分について説明すると、アーム部分は、基準面Pに固定された支持柱51と、第一駆動部52によって支持柱51に対して回転可能に支持される第一駆動アーム53と、第二駆動部54によって第一駆動アーム53に対して回転可能に支持される第二駆動アーム55とから構成されている。

【0024】また、出射光学部56は図示しない出射レンズを備えており、光ファイバ50から伝送されたレーザ光Lを集光して被加工物Wへ出射できる。この出射光学部56は、第二駆動アーム55の先端に設けられているので、第一駆動アーム53、第二駆動アーム55を動作させることにより、作業台57に載置された被加工物Wへ照射するレーザ光Lの方向や照射位置を変えることができる。

【0025】次に、本実施形態の特徴であるレーザ集光装置14について説明する。図2は、第1実施形態のレーザ集光装置14を示す図である。レーザ集光装置14は、複数のレーザ光源であるレーザダイオードアレイ（以下、「LDアレイ」という）22と、LDアレイ22の出力側に設けられた2個のシリンドリカルレンズアレイ24、26と、LDアレイ22から出力されたレーザ光Lの光軸に対して45°傾けて配置された反射型空間光変調器（以下、「SLM」という）38と、SLM38から出力されるレーザ光Lの光軸上に配置された集光レンズである非球面レンズ40と、を備えている。

【0026】図2は平面的に書かれているが、実際のLDアレイ22は、図3に示すように複数のレーザダイオード23が立体的に配置されている。シリンドリカルレンズアレイ24、26は、複数のシリンドリカルレンズが併設されて構成されるものである。そして、2個のシリンドリカルアレイ24、26は、併設方向が直交するように配置されており、LDアレイ22の各レーザダイオード23から円錐状に拡がって出力される各レーザ光Lは、一のシリンドリカルレンズアレイ24によって水

平方向について平行化され、他のシリンドリカルレンズアレイ26によって鉛直方向について平行化される。そして、2個のシリンドリカルレンズ24、26によってコリメートされたレーザ光Lが拡がって互いに重なり合わない程度に離隔した位置に、SLM38は配置されている。

【0027】シリンドリカルレンズアレイ26とSLM38との間には、レーザ光軸に対して45°傾けられたビームスプリッタ28が配置されており、このビームスプリッタ28によって直角に曲げられた分岐レーザ光Lの光軸上に波面検出器であるシャックハルトマンセンサ30が配置されている。ここでシャックハルトマンセンサ30は、シャックハルトマンセンサ30とビームスプリッタ28との光学的距離と、SLM38とビームスプリッタ28との光学的距離とが等しくなる位置に配置されている。さらに、シャックハルトマンセンサ30は、SLM38の変調量を制御するSLMコントローラ36に接続されている。

【0028】シャックハルトマンセンサ30は、図2に示すように、マイクロレンズアレイ32と、CCDカメラ34とから構成されている。図4(a)は、LDアレイ22から出力されたレーザ光Lとマイクロレンズアレイ32との関係を説明する説明図、(b)はマイクロレンズアレイ32の一部を拡大した拡大図である。図4(a)に示すように、シリンドリカルレンズアレイ24、26によってコリメートされた各レーザ光Lは、分離された状態でマイクロレンズアレイ32に到達し、図4(b)に示すようにマイクロレンズアレイ32の各レンズ素子33に入射されてそれぞれ集光される。なお、図3(b)からも分かるように、それぞれのレーザ光Lはマイクロレンズアレイ32のそれぞれのレンズ素子33に対応する。そして、各レンズ素子33によって集光された各レーザ光Lの焦点位置のずれが各レーザ光Lの波面の歪みに比例することを利用して、各レーザ光Lの波面の歪みを検出している。

【0029】次に、図5を参照しながらSLM38について説明する。SLM38は書き込み光の入射面に書き込み光の不要な反射を防止するARコート71を施したガラス基板72を備えている。そして、このガラス基板72の入射面と反対側の面には、透明電極73を介して入射光の強度に応じて抵抗が変化するアモルファスシリコン（α-Si）からなる光導電層74と、誘電体多層膜製のミラー層75とが積層されている。また、SLM38は、読み出し光の入射面に同じくARコート76を施したガラス基板77を更に備えている。そして、このガラス基板77の入射面と反対側の面には透明電極78が積層されており、前記したミラー層75と透明電極78の上に配向層79、80がそれぞれ設けられている。そして、これら配向層同士を対向させて棒状のスペーサ81を介して接続し、スペーサ81の枠内にネマチック液晶

を充填した液晶層を設けて光変調層82を形成している。この配向層79, 80により、光変調層82内のネマチック液晶は配向層79, 80の表面に対して平行あるいは垂直に配向されている。そして、両透明電極73, 78の間には、所定の電圧を印加するための駆動装置83が接続されている。

【0030】このように構成されたSLM38の書込み光側の入射面に、SLMコントローラ36からの書込み光を入射させることによって光変調を行っている。すなわち、SLMコントローラ36は、シャックハルトマンセンサ30で検知した各レーザ光Lの波面の歪みに基づいてSLM38への書込み光を生成する。この書込み光が光導電層74側から入射されると、光が入射された部分の光導電層74の電気抵抗が低下することにより、光変調層82に電圧が印加されて光変調層82を構成する液晶の配向が変化するので、光変調層82を通過するレーザ光Lは変調される。シャックハルトマンセンサ30によって検知した各レーザ光Lの波面の歪みに基づいて、書込み光を制御することにより、LDアレイ22から出力されてSLM38に入射した各レーザ光Lの波面を揃えることができる。

【0031】次に、本実施形態のレーザ加工装置10の動作について説明する。まず、LDアレイ22から複数のレーザ光Lを出力する。出力された各レーザ光Lは2個のシリンドリカルレンズアレイ24, 26によってコリメートされた後にビームスプリッタ28に入射し、ビームスプリッタ28で2方向に分岐される。

【0032】ビームスプリッタ28を透過したレーザ光Lは、SLM38に入射する。一方、ビームスプリッタ28で反射されたレーザ光Lは、シャックハルトマンセンサ30に入射する。これを詳述すれば、シャックハルトマンセンサ30を構成するマイクロレンズアレイ32に入射し、各レーザ光Lはマイクロレンズアレイ32のそれぞれのレンズ素子33によって集光されてCCDカメラ34に入射する(図4(a)参照)。この際に、それぞれのレンズ素子33によって集光されたレーザ光Lの焦点位置をCCDカメラ34で測定し、この焦点位置のずれに基づいて各レーザ光Lの波面の歪みを検出している。

【0033】上記のようにして検出された各レーザ光Lの波面の歪みの情報は、SLMコントローラ36に送信される。SLMコントローラ36では、この波面の歪みの情報に基づいてSLM38に照射する書込み光を制御し、SLM38から出力される各レーザ光Lの波面を補正する。詳しく説明すると、LDアレイ22から出力されてSLM38に入射される複数のレーザ光Lは、シリンドリカルレンズアレイ24, 26によってコリメートされているので、隣接するレーザ光Lと分離されている。従って、各レーザ光Lが入射された領域の光変調層82の配向を変化させることによって、それぞれのレー

ザ光Lを個別に変調することができ、確実に各レーザ光Lの波面を補正することができる。

【0034】SLM38で波面が補正されたレーザ光Lは非球面レンズ40に向かって出力され、非球面レンズ40に入射されたレーザ光Lは、非球面レンズ40の焦点で集光される。続いて、集光されたレーザ光Lは光ファイバ50によって出射光学部56へ伝送され、出射光学部56から被加工物Wにレーザ光Lを出力して、溶接、穴あけ等のレーザ加工を行う。

【0035】本実施形態のレーザ集光装置14は、シリンドリカルレンズアレイ24, 26をLDアレイ22の出力側に配置し、LDアレイ22からの出力レーザ光Lをコリメートし、複数のレーザ光Lを分離した状態でSLM38に入射している。これにより、SLM38ではそれぞれのレーザ光Lに対して個別に変調を行うことができるので、各レーザ光Lの波面を揃えることができる。

【0036】そして、SLM38の下流に非球面レンズ40が配置されているので、非球面レンズ40に入射される各レーザ光Lの波面はSLM38によって揃えられている。これにより、非球面レンズ40で集光されるレーザ光Lは、集光スポットが小さく、かつ高エネルギー密度となる。具体的に述べると、本実施形態によって集光スポットはミリメートルオーダー以下にできる。

【0037】また、本実施形態では、LDアレイ22から出力された各レーザ光Lの波面の歪みを検出し、その波面の歪みに基づいてSLM38でレーザ光Lを変調している。これにより、LDアレイ22の経時的変化によって各レーザダイオード23の特性が変化した場合や、LDアレイ22とSLM38との間の媒質屈折率が変化した場合にも、確実に各レーザ光Lの波面を揃えることができる。

【0038】そして、本実施形態のレーザ加工装置10は、上記効果を有するレーザ集光装置14を備えているので、高エネルギー密度のレーザ光Lを被加工物Wに照射可能であり、効率良く加工を行うことができる。

【0039】次に、本発明の第2実施形態のレーザ加工装置10について説明する。第2実施形態のレーザ加工装置10は、第1実施形態のレーザ加工装置10と基本的な構成は同一であるが、レーザ集光装置16の構成が異なる。図6を参照して、第2実施形態のレーザ集光装置16について説明する。

【0040】第2実施形態のレーザ集光装置16は、第1実施形態のレーザ集光装置14と同様に、LDアレイ22と、シリンドリカルレンズアレイ24, 26と、SLM38と、非球面レンズ40とが配置されている。そして、SLM38と非球面レンズ40との間にSLM38から出力される出力レーザ光Lの光軸に対して45°傾けられたビームスプリッタ42を備えている。このビームスプリッタ42によって直角に曲げられた分岐レー

ザ光Lの光軸上に前述の非球面レンズ40と同一仕様の第二非球面レンズ44が配置され、その焦点位置にSLMコントローラ36に接続されたCCDカメラ46が配置されている。ここで第二非球面レンズ44は、非球面レンズ40とビームスプリッタ42との光学的距離と、第二非球面レンズ44とビームスプリッタ42との光学的距離が等しくなるように配置されている。この第二非球面レンズ44とCCDカメラ46とは、非球面レンズ40によって集光されるレーザ光Lの集光スポットの検知手段を構成している。

【0041】次に、第2実施形態の特徴であるレーザ集光装置16の動作について説明する。まず、LDアレイ22から複数のレーザ光を出力する。出力された各レーザ光は、シリンドリカルレンズアレイ24、26によってコリメートされた後にSLM38に入射され、SLMコントローラ36の制御に従って変調される。SLM38から出力されたレーザ光は光軸上に配置されているビームスプリッタ42によって2方向に分岐される。

【0042】ビームスプリッタ42で反射されたレーザ光は、第二非球面レンズ44で集光されてCCDカメラ46に入射する。CCDカメラ46は集光されたレーザ光Lの集光スポットをモニタし、その集光スポットの寸法に基づいて、SLMコントローラ36がSLM38を制御する。この際、集光スポットは小さくなるように制御することが望ましい。一方、ビームスプリッタ42を透過したレーザ光は、非球面レンズ40によって集光される。

【0043】第2実施形態のレーザ集光装置16は、SLM38から出力されたレーザ光をビームスプリッタ42で分岐し、非球面レンズ40と同一仕様の第二非球面レンズ44を、非球面レンズ40とビームスプリッタ42との光学的距離と同一となる位置に配置して、第二非球面レンズ44によって集光されたレーザ光Lの集光スポットをCCDカメラ46で測定している。この集光スポットは、非球面レンズ40によって形成される集光スポットと同一であるので、第二非球面レンズ44による集光スポットをモニタすることは、実質的に非球面レンズ40による集光スポットをモニタすることと同じである。そして、この集光スポットが小さくなるようにSLM38を制御すれば、集光スポットが小さく、かつ高エネルギー密度のレーザ光Lを確実に得ることができる。

【0044】次に、本発明の第3実施形態のレーザ加工装置12について説明する。図7は、第3実施形態のレーザ加工装置12を示す図である。レーザ加工装置12には、レーザ光Lを作業台57に載置された被加工物Wへの照射位置や方向を変える第二駆動アーム55を有しておらず、この第二駆動アーム55に複数の光源から出力されたレーザ光Lを集光して出力するレーザ集光装置18

(図7には模式的に描かれている)が設けられて構成されている。

【0045】次に、第3実施形態の特徴であるレーザ集光装置18について説明する。図8は本実施形態のレーザ集光装置18を示す図である。本実施形態のレーザ集光装置18は、基本的な構成は第1実施形態のレーザ集光装置14と同一であるが、SLMコントローラ36から入射される書込み光に所定のホログラムパターンが形成されている点が異なっている。

【0046】このようにSLMコントローラ36からSLM38へ入力される書込み光に所定のホログラムパターンが形成されているので、SLM38から出力されたレーザ光Lは非球面レンズ40で集光されて、ホログラムパターンに応じた形状の集光スポットSとなる。例えば、図8に示すように十字型の集光スポットを得ることもできる。

【0047】また、本実施形態のレーザ加工装置12はレーザ集光装置18を備えているので、被加工物Wを加工する際に、容易に任意の形状に加工することができる。例えば、あらかじめ決まったパターンの穴あけをする際には、レーザ光Lをスキャンする必要がないので製造時間を短縮できる。また、多点を同時に加工することも可能である。さらに、SLMコントローラ36から出力されるホログラムパターンを変更することによって、様々なタイプの加工を容易に行うことができる。

【0048】以上、本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

【0049】上記第1実施形態では、シリンドリカルレンズアレイ24、26と、SLM38との間にシャックハルトマンセンサ30を設けているが、SLM38と非球面レンズ40との間に設けることとしても良い。このような構成とすることで、SLM38から出力された各レーザ光Lの波面の歪みを検出し、この波面が揃うようにSLMコントローラにフィードバック制御できる。これにより、SLM38から出力されるレーザ光Lの波面を確実に揃えることができる。

【0050】上記実施形態では、本実施形態では、アドレス材料に並列情報を書き込む方式とが光アドレス方式のSLM38について説明したが、書き込み方式は電気アドレス方式であっても良い。

【0051】また、第1実施形態のシャックハルトマンセンサ30で用いているマイクロレンズアレイは、1のレーザ光Lに対して1のレンズ素子が対応しているが、複数のレンズ素子によって集光しても良い。例えば、図9に示すように1のレーザ光Lを25区画に分割して、それぞれの区画に設けられたレンズ素子33で集光しても良い。このような構成とすることによって、よりきめ細かい波面情報が得られ、レーザ光Lの波面を精度良く揃えることができる。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、レーザ光を集光する集光レンズの手前に反射型空間光変調器を配置して、複数の光源から出力されたレーザ光の波面を揃えた後に集光しているので、集光スポットが小さく、かつ高エネルギー密度のレーザ光を得ることができる。

【0053】また、本発明では、光源から出力されたレーザ光の波面の歪みを検出して、波面の歪みに基づいて反射型空間光変調器でレーザ光を変調しているので、光源の経時的变化や、レーザ光の媒質屈折率の変化等に左右されないで、常にレーザ光の波面を揃えて集光することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のレーザ加工装置を示す図である。

【図2】第1実施形態に用いられるレーザ集光装置を示す図である。

【図3】LDアレイの斜視図である。

【図4】LDアレイから出力されるレーザ光とマイクロレンズアレイの関係を示す図である。

【図5】反射型空間光変調器の構成を示す図である。

【図6】第2実施形態に用いられるレーザ集光装置を示す図である。

【図7】第3実施形態のレーザ加工装置を示す図であ

*る。

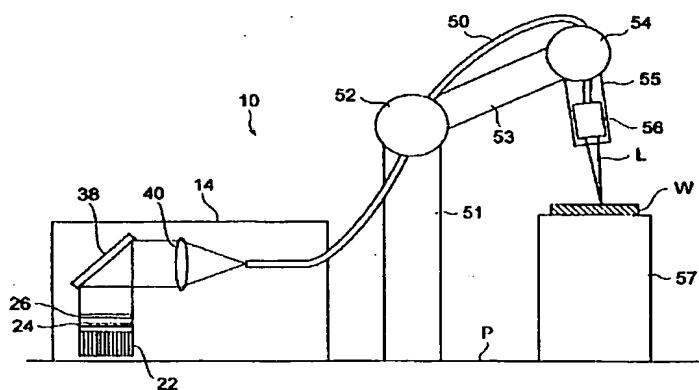
【図8】第3実施形態に用いられるレーザ集光装置を示す図である。

【図9】LDアレイから出力されるレーザ光とマイクロレンズアレイの関係を示す図である。

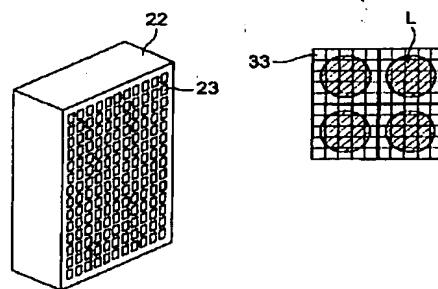
【符号の説明】

10, 12…レーザ加工装置、14, 16, 18…レーザ集光装置、22…レーザダイオードアレイ、23…レーザダイオード、24, 26…シリンドリカルレンズアレイ、28…ビームスプリッタ、30…シャックハルトマンセンサ、32…マイクロレンズアレイ、34…CCDカメラ、36…SLMコントローラ、38…反射型空間光変調器、40…非球面レンズ、42…非球面レンズ、44…ビームスプリッタ、46…第二非球面レンズ、48…CCDカメラ、50…光ファイバ、51…支持柱、52…第一駆動部、53…第一駆動アーム、54…第二駆動部、55…第二駆動アーム、56…出射光学部、57…作業台、71…ARコート、72…ガラス基板、73…透明電極、74…光導電層、75…ミラーブラウス、76…ARコート、77…ガラス基板、78…透明電極、79, 80…配向層、81…スペーサ、82…光変調層、83…駆動装置、L…レーザ光、P…基準面、W…被加工物。

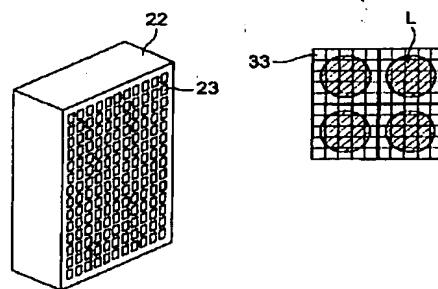
【図1】



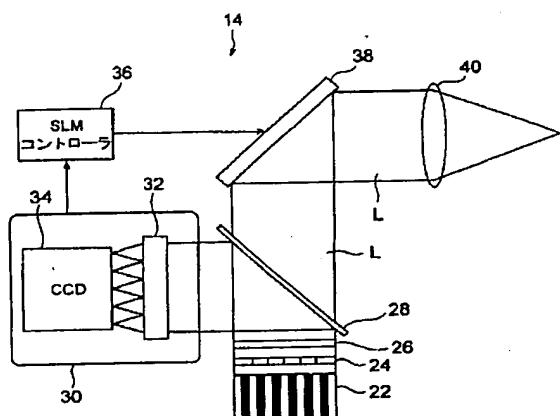
【図3】



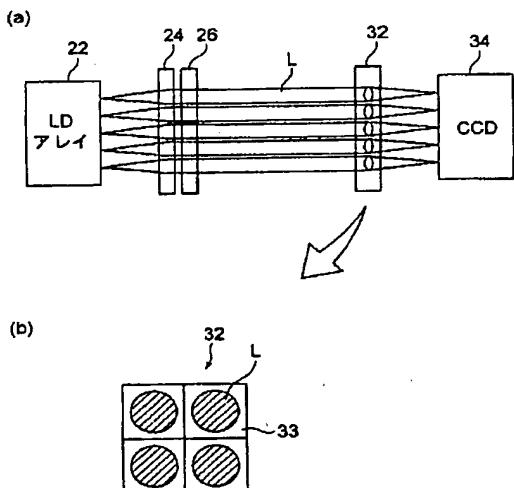
【図9】



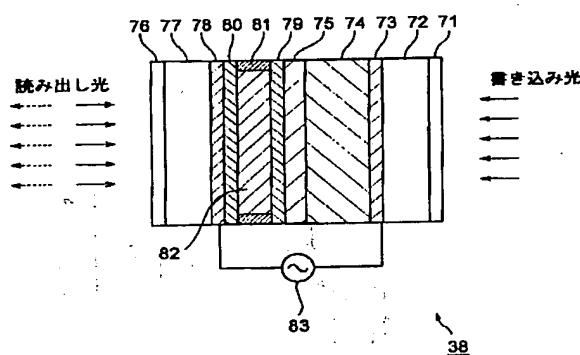
【図2】



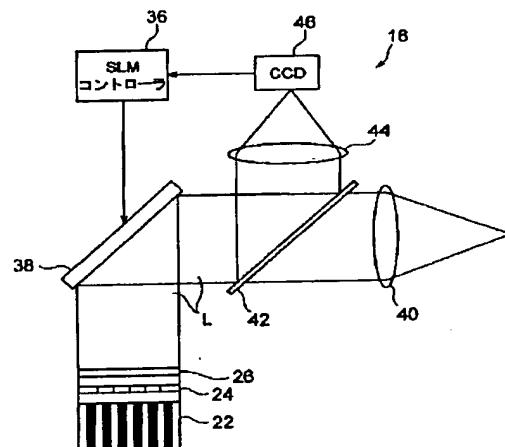
【図4】



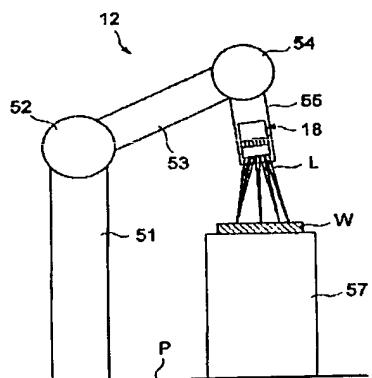
【図5】



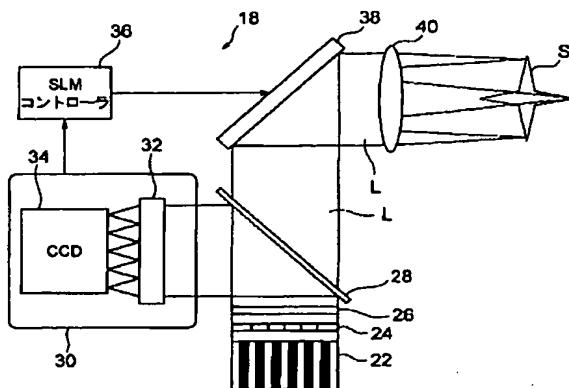
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.C1.⁷
H 0 1 S 5/40

識別記号

F I
H 0 1 S 5/40

マークコード(参考)

F ターム(参考) 2H079 AA02 BA03 CA02 DA08 EB17
 2H092 KA05 LA03 LA05 LA06 LA07
 LA12 NA25 PA01 PA02 PA12
 QA06 RA10
 4E068 CC00 CD03 CD05 CD14
 5F073 EA29 FA30

THIS PAGE BLANK (USPTO

{

}